

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-217139

(43)Date of publication of application : 04.08.2000

(51)Int.Cl.

H04Q 7/22

H04Q 7/28

(21)Application number : 11-018009

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 27.01.1999

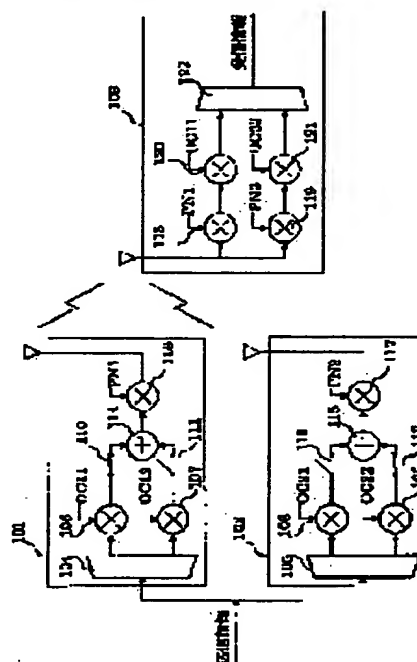
(72)Inventor : MAZAWA SHIRO
ISHIDA KAZUTO

(54) RADIO COMMUNICATION SYSTEM AND HANDOFF METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a handoff means without causing any hit of communication, having a cell diversity effect and without changing an outgoing radio resource consumed amount of a radio base station between on handoff and handoff.

SOLUTION: Transmission information given to a plurality of radio base stations is coded and divided into a plurality of blocks by demultiplexers 104, 105. Each block is spread by an orthogonal code, and switches 108, 109 decide the propriety of transmission. Outputs of the switches are synthesized again spread by a PN code and transmitted. A radio terminal extracts each block by applying inverse spread processing to a received signal by the orthogonal code and the PN code used for the transmission information, a multiplexer 114 multiplexes the blocks, decodes them to extract transmission information. With this configuration, handoff in the unit of blocks is conducted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-217139

(P2000-217139A)

(43)公開日 平成12年8月4日(2000.8.4)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 Q 7/22

H 0 4 Q 7/04

K 5 K 0 6 7

7/28

H 0 4 B 7/26

1 0 8 Z

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 21 頁)

(21)出願番号

特願平11-18009

(22)出願日

平成11年1月27日(1999.1.27)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 ▲真▼澤 史郎

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所情報通信事業部内

(72)発明者 石田 和人

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所情報通信事業部内

(74)代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

Fターム(参考) 5K067 AA22 BB04 CC10 DD13 DD34

DD51 EE02 EE10 EE24 GG01

GG11 HH05 HH24 JJ36 JJ39

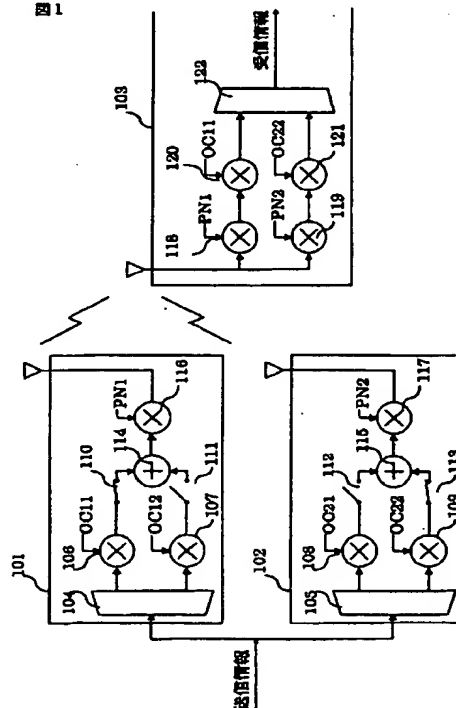
(54)【発明の名称】 無線通信システム及びそのハンドオフ方法

(57)【要約】

【課題】通信の瞬断が無く、セルダイバーシチ効果を持ち、かつ無線基地局の下り無線資源使用量が非ハンドオフ時とハンドオフ時で変化しないハンドオフ手段を提供する。

【解決手段】複数の無線基地局に入力された送信情報は符号化後、デマルチプレクサ104及び105において複数のブロックに分割される。各ブロックは直交符号で拡散後、スイッチ108及び109にて送信の可否が決定される。スイッチの出力は再合成され、PN符号で拡散後、送信される。無線端末は受信信号を送信情報に使用されている直交符号及びPN符号で逆拡散することにより各ブロックを取り出し、マルチプレクサ114において多重化し、復号化して送信情報を取り出す。以上の構成によりブロック単位でのハンドオフを行う。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】無線端末と複数の無線基地局とからなる無線通信システムにおいて、

前記無線基地局は、前記無線端末への送信情報を符号化する符号化装置と、前記符号化された送信情報を複数の部分チャンネルに分割する分割装置と、前記部分チャンネルを送信する送信装置とを備え、

前記無線端末は、前記複数の部分チャンネルを受信する受信装置と、前記受信した複数の部分チャンネルを統合する統合装置と、前記統合された送信情報を復号する復号化装置とを備え、

前記無線端末は、第 1 の無線基地局から第 2 の無線基地局へとハンドオフする際に、前記複数の部分チャンネルを少なくとも 1 つづつハンドオフすることを特徴とする無線通信システム。

【請求項 2】請求項 1 記載の無線通信システムにおいて、前記符号化装置は、畳み込み符号を用いて送信情報を符号化することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 3】請求項 4 記載の無線通信システムにおいて、前記複数の部分チャンネルを前記第 2 の無線局へハンドオフする際に、前記無線端末は、ハンドオフが未済の無線チャンネルを前記第 1 の無線基地局を介して通信を継続することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 4】請求項 1 記載の無線通信システムにおいて、前記無線基地局は、前記複数の部分チャンネル毎に送信の可否を設定するスイッチを備えることを特徴とする無線通信システム。

【請求項 5】無線端末と複数の無線基地局とからなる無線通信システムにおいて、

前記無線基地局は、前記無線端末への送信情報を符号化する符号化装置と、前記符号化された送信情報を複数の部分チャンネルに分割する分割装置と、前記複数の部分チャンネルを互いに直交する直交符号でそれぞれ直交化する直交符号装置と、前記直交化された部分チャンネルを同一の拡散符号で拡散する拡散装置と、前記拡散された部分チャンネルを送信する送信装置とを備え、

前記無線端末は、前記複数の部分チャンネルを受信する受信装置と、前記受信した複数の部分チャンネルを逆拡散する逆拡散装置と、前記逆拡散された部分チャンネルを統合する統合装置と、前記統合された送信情報を復号する復号化装置とを備え、

前記無線端末は、第 1 の無線基地局から第 2 の無線基地局へとハンドオフする際に、前記複数の部分チャンネルを少なくとも 1 つづつハンドオフすることを特徴とする無線通信システム。

【請求項 6】請求項 5 記載の無線通信システムにおいて、前記符号化装置は、畳み込み符号を用いて送信情報を符号化することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 7】請求項 5 記載の無線通信システムにおいて、前記複数の部分チャンネルを前記第 2 の無線局へハン

ドオフする際に、前記無線端末は、ハンドオフが未済の無線チャンネルを前記第 1 の無線基地局を介して通信を継続することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 8】請求項 5 記載の無線通信システムにおいて、前記無線基地局は、前記複数の部分チャンネル毎に送信の可否を設定する選択手段を備えることを特徴とする無線通信システム。

【請求項 9】無線端末と複数の無線基地局とからなる無線通信システムの前記無線基地局において、

前記無線端末への送信情報を畳み込み符号化する符号化装置と、前記畳み込み符号化された送信情報を複数の部分チャンネルに分割する分割装置と、前記部分チャンネルを送信する送信装置とを備え、

前記無線基地局は、前記無線基地局と通信する前記無線端末がハンドオフを開始すると、前記複数の部分チャンネルを少なくとも 1 つづつハンドオフすることを特徴とする無線基地局。

【請求項 10】請求項 9 記載の無線通信システムにおいて、前記無線基地局は、前記複数の部分チャンネル毎に送信の可否を設定する選択手段を備えることを特徴とする無線通信システム。

【請求項 11】無線端末と複数の無線基地局とからなる無線通信システムの前記無線基地局において、

前記無線端末への送信情報を符号化する符号化装置と、前記符号化された送信情報を複数の部分チャンネルに分割する分割装置と、前記複数の部分チャンネルを互いに直交する直交符号でそれぞれ直交化する直交符号装置と、前記直交化された部分チャンネルを同一の拡散符号で拡散する拡散装置と、前記拡散された部分チャンネルを送信する送信装置とを備え、

前記無線基地局は、前記無線基地局と通信する前記無線端末がハンドオフを開始すると、前記複数の部分チャンネルを少なくとも 1 つづつハンドオフすることを特徴とする無線基地局。

【請求項 12】請求項 11 記載の無線通信システムにおいて、前記無線基地局は、前記複数の部分チャンネル毎に送信の可否を設定する選択手段を備えることを特徴とする無線通信システム。

【請求項 13】無線端末と複数の無線基地局とからなる無線通信システムにおいて、

前記無線基地局が送信する前記複数の部分チャンネルを受信する受信装置と、前記受信した複数の部分チャンネルを統合する統合装置と、前記統合された送信情報を復号する復号化装置とを備え、

前記複数の無線基地局とハンドオフする際に前記複数の部分チャンネルを少なくとも 1 つづつハンドオフすることを特徴とする無線端末。

【請求項 14】無線端末と複数の無線基地局とからなる無線通信システムにおける無線端末において、

前記無線基地局が送信する複数の部分チャンネルを受信す

る受信装置と、前記受信した複数の部分チャネルを逆拡散する逆拡散装置と、前記逆拡散された部分チャネルを統合する統合装置と、前記統合された送信情報を復号する復号化装置とを備え、

前記複数の無線基地局とハンドオフする際に前記複数の部分チャネルを少なくとも一つづつハンドオフすることを特徴とする無線端末。

【請求項 15】複数の基地局との間でCDMA方式を用いて通信を行う無線通信装置において、

前記複数の基地局が送信するそれぞれの信号の拡散符号オフセットを検出する信号探索エレメントと、前記信号探索エレメントで検出されたオフセットを持つ拡散符号を用いて前記信号を逆拡散復調する復調エレメントと、前記逆拡散復調された信号をそれぞれ同一の基地局から送信された信号毎にレイク合成をする第1のシンボル合成器と、前記第1のシンボル合成器でレイク合成された信号を適切な直交符号で逆拡散し複数のブロックを取り出す直交符号相関器と、前記直交符号相関器により取り出されたブロック毎にレイク合成する第2のシンボル合成器と、前記シンボル合成器の出力を多重化する多重化回路と、前記多重化回路の出力を再配列し復号化して原情報を取り出す受信系とを備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項 16】無線端末と複数の無線基地局と、前記無線端末と前記無線基地局とのハンドオフを制御する制御装置とからなる無線通信システムのハンドオフ方法において、

前記制御装置は、前記複数の無線基地局のうちハンドオフ先の無線基地局に対して第1の部分チャネルの送信開始信号を送信し、前記ハンドオフ先無線基地局は、前記送信命令信号に基づいて第1の部分チャネルを送信し、前記無線端末が前記ハンドオフ先無線基地局に対して前記第1の部分チャネルの接続を完了すると、前記制御装置は、ハンドオフ元無線基地局に対して、前記接続の完了した第1の部分チャネルの送信停止信号を送信し、前記ハンドオフ元無線基地局は、前記送信停止信号を受信すると、前記第1の部分チャネルの送信を停止し、前記制御装置は、前記第1の部分チャネルのハンドオフ開始後／完了後に、前記複数の無線基地局のうちハンドオフ先無線基地局に対して、第2の部分チャネルの送信開始信号を送信し、前記ハンドオフ先無線基地局は、前記送信命令信号に基づいて第2の部分チャネルを送信し、

前記無線端末が前記ハンドオフ先無線基地局に対して前記第2の部分チャネルの接続を完了すると、前記制御装置は、ハンドオフ元無線基地局に対して、前記接続の完了した第2の部分チャネルの送信停止信号を送信し、前記ハンドオフ先無線基地局は、前記送信停止信号を受信すると、前記第2の部分チャネルの送信を停止することを特徴とするハンドオフ方法。

【請求項 17】無線端末と複数の無線基地局と、前記無線端末と前記無線基地局とのハンドオフを制御する制御装置とからなる無線通信システムのハンドオフ方法において、

前記制御装置は、前記複数の無線基地局のうちハンドオフ先の無線基地局に対して第1の部分チャネルの送信開始信号を送信し、前記ハンドオフ先無線基地局は、前記送信命令信号に基づいて、前記無線端末への送信情報を符号化し、前記符号化された送信情報を複数の部分チャネルに分割し、前記複数の部分チャネルを互いに直交する直交符号でそれぞれ直交化し、直交化された部分チャネルを拡散符号で拡散し、拡散された部分チャネルのうち第1の部分チャネルを送信し、

前記無線端末が前記ハンドオフ先無線基地局に対して前記第1の部分チャネルの接続を完了すると、前記制御装置は、ハンドオフ元無線基地局に対して、前記接続の完了した第1の部分チャネルの送信停止信号を送信し、前記ハンドオフ元無線基地局は、前記送信停止信号を受信すると、前記第1の部分チャネルの送信を停止し、前記制御装置は、前記複数の無線基地局のうちハンドオフ先無線基地局に対して、第2の部分チャネルの送信開始信号を送信し、前記ハンドオフ先無線基地局は、前記送信命令信号に基づいて、前記無線端末への送信情報を符号化し、前記符号化された送信情報を複数の部分チャネルに分割し、前記複数の部分チャネルを互いに直交する直交符号でそれぞれ直交化し、直交化された部分チャネルを拡散符号で拡散し、拡散された部分チャネルのうち第2の部分チャネルを送信し、

前記無線端末が前記ハンドオフ先無線基地局に対して前記第2の部分チャネルの接続を完了すると、前記制御装置は、ハンドオフ元無線基地局に対して、前記接続の完了した第2の部分チャネルの送信停止信号を送信し、前記ハンドオフ先無線基地局は、前記送信停止信号を受信すると、前記第2の部分チャネルの送信を停止することを特徴とするハンドオフ方法。

【請求項 18】無線端末と複数の無線基地局と、前記無線端末と前記無線基地局とのハンドオフを制御する制御装置とからなる無線通信システムのハンドオフ方法において、

前記無線基地局のうち第1の無線基地局は、前記無線端末へ送信すべき情報を複数のブロックに分割し、前記複数のブロックのうち前記制御装置の命令信号に基づいて前記無線端末へ送信すべきブロックを選択し、選択されたブロックを直交符号化し、前記直交符号化されたブロックを拡散符号で拡散し、前記拡散されたブロックを前記無線端末に送信し、

前記無線基地局のうち第2の無線基地局は、前記無線端末へ送信すべき情報を複数のブロックに分割し、前記複数のブロックのうち前記制御装置の命令信号に基づいて前記無線端末へ送信すべきブロックを選択し、選択され

たブロックを直交符号化し、前記直交符号化されたブロックを拡散符号で拡散し、前記拡散されたブロックを前記無線端末に送信し、

前記無線端末は、前記第1及び第2の無線基地局から送信されるブロックを受信し、同一の直交符号により直交符号化されたブロックをダイバーシティ合成することを特徴とするハンドオフ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セルラー移動通信システム及び無線通信装置に関し、特に無線端末が複数の無線回線を同時に使用して基地局と通信することができる移動通信システムにおけるハンドオフ制御方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】CDMA方式移動通信システムにおいて、ソフトハンドオフと呼ばれるハンドオフ方式が実用化されている。ソフトハンドオフについては米国特許5,267,261号明細書(1992年3月5日出願、"Mobile Station Assisted Soft Handoff In A CDMA Cellular Communications System")に記載されている。

【0003】ソフトハンドオフとは通信の無瞬断、及びセル境界におけるセルダイバーシティ効果という特性を有するハンドオフ方法である。ソフトハンドオフはCDMA方式は複数の無線回線の同時受信が可能という特性を利用して実現される。具体的には、上り回線においては無線端末が送信した信号を複数の無線基地局で受信し、受信信号を基地局制御装置において選択又は合成することによって上記特性が実現される。一方、下り回線においては、複数の無線基地局から単一の無線端末に対して同一情報に異なる拡散を施した信号を同時に送信し、無線端末が各信号を同時に受信し逆拡散して同一情報を取り出した後、取り出した情報を選択又は合成することによって上記特性が実現される。

【0004】しかし、ソフトハンドオフ中は複数の無線基地局が単一の無線端末に対して非ハンドオフ時と同じ情報量の送信を行うため、非ハンドオフ時と比べてハンドオフ時は単一の無線端末が使用する下り無線回線数は数倍となる。すなわち、ソフトハンドオフを適用した場合、最低でもソフトハンドオフを行っている無線端末の数だけ下り無線回線数が使用されるため下り無線回線の相互干渉量が増加し、システム全体の加入者容量の減少の原因となる。又、各無線基地局の無線資源数が不足し、新たな呼が設定できなくなる可能性も増加する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来のソフトハンドオフには無線基地局の無線資源使用量及び送信電力の増加によりシステム容量が減少するという問題が存在する。特に今後需要の急増が予想される非対称回線交換型高速データ通信は下り回線の無線資源及び

送信電力を大量に使用するため、従来のソフトハンドオフを適用した場合、回線交換型高速データ通信が他のユーザの下り回線に与える影響は多大なものとなる。しかし、回線交換型高速データ通信にハードハンドオフを適用した場合、通信の瞬断によるデータの大量欠損が問題となる。

【0006】本発明は、上記を鑑みてなされたものであり、従来のソフトハンドオフの長所である通信の無瞬断及びセルダイバーシティ効果を持ちつつ、かつ無線基地局の無線資源使用量が非ハンドオフ時とハンドオフ時で変化しないハンドオフ手段を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載の本発明は、無線基地局は送信情報に誤り訂正符号化及びインタリーブを施した後複数のブロックに分割して各々を複数の下り無線回線で送信する手段を備え、無線端末は複数の無線基地局からその無線端末に対して送信された複数の下り無線回線を同時に受信する手段と、受信した信号を各々復調し、再配列後復号化して原情報を取り出す手段を備え、無線端末が現在接続している第1の無線基地局から第2の無線基地局へハンドオフする際に、複数の下り無線回線を少なくとも1つずつ順にハンドオフし、複数の下り無線回線を少なくとも1つずつハンドオフしている間、残りの下り無線回線は通信を継続することを特徴とするハンドオフ方法を提供する。

【0008】また、本発明では、無線基地局は、無線端末への送信情報を符号化する符号化装置と、前記符号化された送信情報を複数の部分チャンネルに分割する分割装置と、前記部分チャンネルを送信する送信装置とを備え、前記無線端末は、前記複数の部分チャンネルを受信する受信装置と、前記受信した複数の部分チャンネルを統合する統合装置と、前記統合された送信情報を復号する復号化装置とを備え、前記無線端末は、第1の無線基地局から第2の無線基地局へとハンドオフする際に、前記複数の部分チャンネルを少なくとも1つずつハンドオフすることを特徴とする。

【0009】さらに、本発明では、符号化装置は、畳み込み符号を用いて送信情報を符号化することを特徴とする。

【0010】さらに、本発明では、複数の部分チャンネルを前記第2の無線局へハンドオフする際に、前記無線端末は、ハンドオフが未済の無線チャンネルを前記第1の無線基地局を介して通信を継続することを特徴とする。

【0011】さらに、本発明では、無線基地局は、前記複数の部分チャンネル毎に送信の可否を設定するスイッチを備えることを特徴とする。

【0012】さらに、本発明では、無線基地局は、無線端末への送信情報を符号化する符号化装置と、前記符号化された送信情報を複数の部分チャンネルに分割する分割

装置と、前記複数の部分チャネルを互いに直交する直交符号でそれぞれ直交化する直交符号装置と、前記直交化された部分チャネルを同一の拡散符号で拡散する拡散装置と、前記拡散された部分チャネルを送信する送信装置とを備え、前記無線端末は、前記複数の部分チャネルを受信する受信装置と、前記受信した複数の部分チャネルを逆拡散する逆拡散装置と、前記逆拡散された部分チャネルを統合する統合装置と、前記統合された送信情報を復号する復号化装置とを備え、前記無線端末は、第1の無線基地局から第2の無線基地局へとハンドオフする際に、前記複数の部分チャネルを少なくとも1つずつハンドオフすることを特徴とする。

【0013】さらに、本発明では、複数の部分チャネルを前記第2の無線局へハンドオフする際に、前記無線端末は、ハンドオフが未済の無線チャネルを前記第1の無線基地局を介して通信を継続することを特徴とする。

【0014】さらに、本発明では、無線基地局は、前記複数の部分チャネル毎に送信の可否を設定する選択手段を備えることを特徴とする。この選択手段は、ハードウェアスイッチであってもソフトウェアスイッチであっても良い。

【0015】さらに、本発明では、無線基地局は、無線端末への送信情報を畳み込み符号化する符号化装置と、前記畳み込み符号化された送信情報を複数の部分チャネルに分割する分割装置と、前記部分チャネルを送信する送信装置とを備え、無線基地局は、前記無線基地局と通信する前記無線端末がハンドオフを開始すると、前記複数の部分チャネルを少なくとも1つずつハンドオフすることを特徴とする。

【0016】さらに、本発明では、無線基地局は、無線端末への送信情報を符号化する符号化装置と、前記符号化された送信情報を複数の部分チャネルに分割する分割装置と、前記複数の部分チャネルを互いに直交する直交符号でそれぞれ直交化する直交符号装置と、前記直交化された部分チャネルを同一の拡散符号で拡散する拡散装置と、前記拡散された部分チャネルを送信する送信装置とを備え、前記無線基地局は、前記無線基地局と通信する前記無線端末がハンドオフを開始すると、前記複数の部分チャネルを少なくとも1つずつハンドオフすることを特徴とする。

【0017】さらに、本発明では、無線基地局が送信する前記複数の部分チャネルを受信する受信装置と、前記受信した複数の部分チャネルを統合する統合装置と、前記統合された送信情報を復号する復号化装置とを備え、前記複数の無線基地局とハンドオフする際に前記複数の部分チャネルを少なくとも1つずつハンドオフすることを特徴とする。

【0018】さらに、本発明では、無線端末は、無線基地局が送信する複数の部分チャネルを受信する受信装置と、前記受信した複数の部分チャネルを逆拡散する逆拡

散装置と、前記逆拡散された部分チャネルを統合する統合装置と、前記統合された送信情報を復号する復号化装置とを備え、前記複数の無線基地局とハンドオフする際に前記複数の部分チャネルを少なくとも1つずつハンドオフすることを特徴とする。

【0019】さらに、本発明では、無線通信装置は、前記複数の基地局が送信するそれぞれの信号の拡散符号オフセットを検出する信号探索エレメントと、前記信号探索エレメントで検出されたオフセットを持つ拡散符号を用いて前記信号を逆拡散復調する復調エレメントと、前記逆拡散復調された信号をそれぞれ同一の基地局から送信された信号毎にレイク合成をする第1のシンボル合成器と、前記第1のシンボル合成器でレイク合成された信号を適切な直交符号で逆拡散し複数のブロックを取り出す直交符号相関器と、前記直交符号相関器により取り出されたブロック毎にレイク合成する第2のシンボル合成器と、前記シンボル合成器の出力を多重化する多重化回路と、前記多重化回路の出力を再配列し復号化して原情報を取り出す受信系とを備えたことを特徴とする無線通信装置。

【0020】さらに、本発明では、無線端末と複数の無線基地局と、前記無線端末と前記無線基地局とのハンドオフを制御する制御装置とからなる無線通信システムのハンドオフ方法において、前記制御装置は、前記複数の無線基地局のうちハンドオフ先の無線基地局に対して第1の部分チャネルの送信開始信号を送信し、前記ハンドオフ先無線基地局は、前記送信命令信号に基づいて第1の部分チャネルを送信し、前記無線端末が前記ハンドオフ先無線基地局に対して前記第1の部分チャネルの接続を完了すると、前記制御装置は、ハンドオフ元無線基地局に対して、前記接続の完了した第1の部分チャネルの送信停止信号を送信し、前記ハンドオフ元無線基地局は、前記送信停止信号を受信すると、前記第1の部分チャネルの送信を停止し、前記制御装置は、前記第1の部分チャネルのハンドオフ開始後／完了後に、前記複数の無線基地局のうちハンドオフ先無線基地局に対して、第2の部分チャネルの送信開始信号を送信し、前記ハンドオフ先無線基地局は、前記送信命令信号に基づいて第2の部分チャネルを送信し、前記無線端末が前記ハンドオフ先無線基地局に対して前記第2の部分チャネルの接続を完了すると、前記制御装置は、ハンドオフ元無線基地局に対して、前記接続の完了した第2の部分チャネルの送信停止信号を送信し、前記ハンドオフ先無線基地局は、前記送信停止信号を受信すると、前記第2の部分チャネルの送信を停止することを特徴とする。

【0021】さらに、本発明では、制御装置は、前記複数の無線基地局のうちハンドオフ先の無線基地局に対して第1の部分チャネルの送信開始信号を送信し、前記ハンドオフ先無線基地局は、前記送信命令信号に基づいて、前記無線端末への送信情報を符号化し、前記符号化

された送信情報を複数の部分チャンネルに分割し、前記複数の部分チャンネルを互いに直交する直交符号でそれぞれ直交化し、直交化された部分チャンネルを拡散符号で拡散し、拡散された部分チャンネルのうち第1の部分チャンネルを送信し、前記無線端末が前記ハンドオフ先無線基地局に対して前記第1の部分チャンネルの接続を完了すると、前記制御装置は、ハンドオフ元無線基地局に対して、前記接続の完了した第1の部分チャンネルの送信停止信号を送信し、前記ハンドオフ元無線基地局は、前記送信停止信号を受信すると、前記第1の部分チャンネルの送信を停止し、前記制御装置は、前記複数の無線基地局のうちハンドオフ先無線基地局に対して、第2の部分チャンネルの送信開始信号を送信し、前記ハンドオフ先無線基地局は、前記送信命令信号に基づいて、前記無線端末への送信情報を符号化し、前記符号化された送信情報を複数の部分チャンネルに分割し、前記複数の部分チャンネルを互いに直交する直交符号でそれぞれ直交化し、直交化された部分チャンネルを拡散符号で拡散し、拡散された部分チャンネルのうち第2の部分チャンネルを送信し、前記無線端末が前記ハンドオフ先無線基地局に対して前記第2の部分チャンネルの接続を完了すると、前記制御装置は、ハンドオフ元無線基地局に対して、前記接続の完了した第2の部分チャンネルの送信停止信号を送信し、前記ハンドオフ先無線基地局は、前記送信停止信号を受信すると、前記第2の部分チャンネルの送信を停止することを特徴とする。

【0022】さらに、本発明では、無線基地局のうち第1の無線基地局は、前記無線端末へ送信すべき情報を複数のブロックに分割し、前記複数のブロックのうち前記制御装置の命令信号に基づいて前記無線端末へ送信すべきブロックを選択し、選択されたブロックを直交符号化し、前記直交符号化されたブロックを拡散符号で拡散し、前記拡散されたブロックを前記無線端末に送信し、前記無線基地局のうち第2の無線基地局は、前記無線端末へ送信すべき情報を複数のブロックに分割し、前記複数のブロックのうち前記制御装置の命令信号に基づいて前記無線端末へ送信すべきブロックを選択し、選択されたブロックを直交符号化し、前記直交符号化されたブロックを拡散符号で拡散し、前記拡散されたブロックを前記無線端末に送信し、前記無線端末は、前記第1及び第2の無線基地局から送信されるブロックを受信し、同一の直交符号により直交符号化されたブロックをダイバーシティ合成することを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】1. 無線通信システムの基本構成
図2に本発明に係わる無線通信システムの構成図を示す。この図では一例として、CDMA方式セルラー移動通信システムの構成を示している。

【0024】サービスエリア206を有する無線基地局203は無線回線を介してサービスエリア206内に位置する無

線端末201と通信している。又、サービスエリア207を有する無線基地局101及びサービスエリア208を有する無線基地局102は両サービスエリアの共通地域に存在する無線端末103と同時に通信している。又、無線基地局203は基地局制御装置209と、無線基地局101及び102は基地局制御装置210と、有線又は無線の通信回線を介して接続されている。

【0025】基地局制御装置209及び210は通信回線を介して交換機211と接続されている。基地局制御装置は接続されている複数の無線基地局を制御し、無線インタフェースの終端やハンドオフの制御等を行う。

【0026】交換機211は他の交換機212や公衆電話交換網と接続されており、呼を適切な回線にルーティングする。

【0027】2. ハードウェアの概要

図1は本発明の無線基地局及び無線端末の一実施例の模式図である。この実施例は、無線端末103が2無線基地局101及び102の間でのハンドオフ中であり、両無線基地局からの送信を同時に受信している状態を表している。

【0028】網側より入力された無線端末103への送信情報は、基地局制御装置を介して無線基地局101及び102に同一内容が入力される。無線基地局101及び102において、送信情報は符号化及びインタリーブを施された後、デマルチプレクサ104及び105において2つに分割される。以降、デマルチプレクサ104及び105の出力を上から部分チャンネル1及び2と呼ぶ。部分チャンネルは拡散器106～109において直交符号0C11、0C12、0C21及び0C22で拡散され、その後スイッチ110～113において各部分チャンネルの送信の可否が決定される。この図では無線基地局101においては部分チャンネル1は出力され、部分チャンネル2は出力されない。一方、無線基地局102においては部分チャンネル1は出力されず、部分チャンネル2は出力される。スイッチ110～113の出力はそれぞれ加算器114及び115で合成された後、拡散器116及び117においてPN符号で拡散され、アンテナから送信される。直交符号は同一無線基地局から送信される各チャンネルを直交させるために使用され、PN符号は無線基地局を識別するために使用される。なお、図1で示したスイッチの位置は、直交符号化器と加算器の間に位置しているが、直交符号化器の前に配置してもよい。さらにデマルチプレクサの中に配置してもよい。いずれにしても送信すべき部分チャンネルを選択する機能を有すれば、配置やその構成にこだわる必要はなく、例えばハードウェアスイッチであってもソフトウェアスイッチであってもよい。

【0029】無線端末103は信号を受信後、相関器118、119でそれぞれ無線基地局101及び102に対応するPN符号で逆拡散し、各無線基地局からの信号を取り出す。次に無線端末103は相関器120、121において対応する直交符号で逆拡散することにより、両部分チャンネルを取り出す。図1では、無線基地局101から送信された部分チャネ

ル1を0C11と相関を取ることににより取り出し、無線基地局102から送信された部分チャンネル2を0C22と相関を取ることににより取り出している。次に無線端末103はマルチプレクサ122において两部分チャンネルを元の順に並べ直し、デインタリーブ及び復号化を行うことにより元の送信情報を取り出す。

【0030】前述したように、図1では部分チャンネルを1つずつ両無線基地局から送信している状態を表している。基地局制御装置からの制御に基づき、両無線基地局がスイッチ110～113を切替え、それに応じて無線端末103が相関器118～121のPN符号及び直交符号を対応する符号に切替えることにより、部分チャンネルが両無線基地局のどちらから送信されたとしても送信情報を正しく復元することが可能である。すなわち、部分チャンネル単位でハンドオフを実行することが可能である。

【0031】部分チャンネル単位でハンドオフを行うことにより、セルダイバーシチ効果を持ち、かつハンドオフ時の下り回線無線資源使用量を非ハンドオフ時と同等となる。図1では、復号器に两部分チャンネルを1つずつ両無線基地局から受信し、多重化後デインタリーブした列が入力される。この列の受信電力は両無線基地局からの平均と考えられるため、この列を復号した信号のフレーム誤り確率は無線状況が悪い方の無線基地局から全信号を受信した場合と比較して低くなる。すなわち、セルダイバーシチ効果が存在する。この効果は、誤り訂正能力が高い符号を使用すればするほど、又デマルチプレクサ104及び105における分割単位がインタリーブ単位及び符号化単位に対して小さければ小さいほど高まる。下り回線無線資源使用量は1つの無線基地局から两部分チャンネルを送信している場合と同等である。

【0032】3. ハードウェアの詳細

3.1 無線基地局送信系

図3は無線基地局送信系の1実施例をブロック図の形態で表したものである。基地局制御装置インタフェース306は基地局制御装置より供給された信号を制御プロセッサ303の指示に従い適切なチャンネルエレメント305にルーティングする機能を有する。チャンネルエレメント305は、現在通信中の無線端末と1対1に対応する回路であり、基地局制御装置から供給された信号に対し符号化及び変調を行う機能を有する。チャンネルエレメント305の詳細な機能については後に図4を用いて説明する。信号合成器304は各チャンネルエレメント305の出力信号を各セクタ毎にルーティングした後合成し、各セクタに対応するRFユニット302に対して供給する機能を有する。RFユニット302に入力された信号は、D/A変換、フィルタリング、RF周波数帯への周波数変換及び増幅が施された後、アンテナ301より送信される。

【0033】次に、図4に無線基地局送信系内のチャンネルエレメント305の実施例をブロック図の形態で表す。畳み込み符号化器401は基地局制御装置インタフェース3

06より入力された信号を符号化する機能を有する。インタリーブ402は信号をあらかじめ定められた順に並びかえて出力する機能を有する。これにより、送信信号に時間ダイバーシチ効果が与えられる。デマルチプレクサ403は入力された信号を上から順に1ビットずつ振り分けて出力する機能を有する。以降、デマルチプレクサ403の各出力を上から部分チャンネル1, 2, ...と呼ぶ。実施例1のハンドオフはこの部分チャンネル単位で制御される。

【0034】デマルチプレクサ303の動作の一例として、4つの部分チャンネルに分割する場合を考える。分割の仕方は種々考えられるが、例えば各チャンネルに均等に分割する場合、入力信号の1ビット目、5ビット目、9ビット目、13ビット目、...が部分チャンネル1に、2ビット目、6ビット目、10ビット目、14ビット目、...が部分チャンネル2に、3ビット目、7ビット目、11ビット目、15ビット目、...が部分チャンネル3に、4ビット目、8ビット目、12ビット目、16ビット目、...が部分チャンネル4に出力される。このとき、各部分チャンネルのビットレートは分割前のビットレートと比較して1/4となる。なお、1ビットごとに分割するのではなく、複数ビットを単位として分割しても良い。一方、他の分割方法として、不均等に分割することも考えられる。この場合は、伝送路の状態に比例させて分割する。すなわち、誤りが少ない部分チャンネルには多量の情報を割当て、誤りの多い部分チャンネルには少ない情報を割当てるのである。例えば、部分チャンネル1については7ビット、部分チャンネル2には5ビット、部分チャンネル3には3ビット、部分チャンネル4には1ビットのように分割する。このように分割すれば、より誤りの低い通信が可能となる。

【0035】次に各部分チャンネルは拡散器404において直交符号で拡散される。この拡散により、各部分チャンネルは他の部分チャンネル及び同じセクタで送信される全チャンネルと直交するため、無線端末の逆拡散器504において同じ直交符号で相関を取ることににより、各部分チャンネルを取り出すことが可能である。

【0036】拡散器404で拡散された各部分チャンネルはスイッチ405に入力される。スイッチ405は各部分チャンネル毎の送信のオン・オフを行う。スイッチ405のオン・オフは基地局制御装置より指定される。スイッチ405がオンの場合、入力された部分チャンネルに手を加えずそのまま出力する。スイッチ405がオフの場合、スイッチ405は全て0を出力する。

【0037】スイッチ405の出力は加算器46において合成された後、変調器407においてPN符号で拡散される。前述したように、このPN符号は無線基地局を識別するために使用される。PN符号のオフセットは各無線基地局毎に異なり、各無線基地局の識別のために使用される。又、全ての無線基地局のパイロット信号のオフセットは、近くに存在する他の無線基地局のオフセットとは、任意の無線端末がある無線基地局のパイロット信号と他

の無線基地局のパイロット信号のマルチパス成分と混同しないよう十分に離されている。よって、無線端末の逆拡散器54においてオフセットを正しく調整したPN符号と相関をとることにより、無線端末は各無線基地局からの信号を取り出すことが出来る。変調器407の出力信号は信号合成器304に送信される。

【0038】なお、チャネルエレメント305は他の構成であっても良い。図4のチャネルエレメント305に比較し構成が複雑となるが、例えば図22に示すようにチャネルエレメントを構成しても良い。さらに、デマルチプレクサ - インタリーバ - 畳み込み符号化器とする場合や、インタリーバ - デマルチプレクサ - 畳み込み符号化器とする構成でも良い。すなわち、これらの3要素はそれぞれを適宜入れ替えて構成しても良いのである。ただし、無線端末側では、無線基地局の構成に合わせて、その順番にしたがって、マルチプレクサ、畳み込み復号器、デインタリーバを配置しなければならない。

【0039】3.2 無線端末受信系

図5は無線端末受信系の実施例をブロック図の形態で表したものである。アンテナ501は送受共用であり、無線基地局からの送信信号をデュプレクサ502を介してRFユニット503に供給すると同時に、無線端末送信系から供給される信号を送信する。デュプレクサ502はアンテナ501を送受に共用する。RFユニット503は、受信信号に対し増幅、IF周波数への周波数変換、IF周波数帯域でのフィルタリング、及びA/D変換を順に施す。RFユニット503の出力は逆拡散器504に供給される。逆拡散器504は受信信号に対しタイミング調整を行った後、PN符号及び直交符号で相関を取り合成する機能を有する。逆拡散器504の詳細な機能については後で図6を用いて説明する。逆拡散器504の出力はデインタリーバ505に入力される。デインタリーバ505は無線基地局チャネルエレメント305のインタリーバ402に対応しており、インタリーバ402で並び替えられた信号を元の順に並べ直す。復号器506は畳み込み符号化器401に対応しており、復号化によって元の送信情報を取り出す。制御プロセッサ507は以上の処理を統括し制御する。

【0040】次に、図6に無線端末受信系内の逆拡散器504の実施例をブロック図の形態で表す。RFユニット503から入力された信号は信号探索エレメント601と、複数の復調エレメント603に供給される。無線端末が現在無線基地局と通信中でない場合、RFユニット503から供給されるデジタル信号は現在属している無線基地局のパイロット信号、隣接するセルの無線基地局のパイロット信号及びそれらのマルチパス成分が含まれている。無線端末が無線基地局と通信中の場合は、これらのパイロット信号と共に無線基地局からの送信信号が含まれている。これらの信号は、それぞれ適切なオフセットのPN符号と相関をとることにより受信強度を測定することがで

きる。信号探索エレメント601は、相関を取るPN符号のオフセットを順に入れ替えることにより、複数のPN符号と入力信号との相関値を計算し、無線端末が受信する可能性がある全てのオフセットのPN符号と入力信号との相関値を計算する。これをオフセットのサーチという。信号探索エレメント601は上記のサーチを連続的に繰り返し、相関値が高いオフセットを制御プロセッサ507に送信する。これにより、受信可能なパイロット信号、及びそれと同期して送信される送信信号のオフセットを制御プロセッサ507は知ることができる。制御プロセッサ507はあらかじめ近隣の無線基地局が使用するオフセットを無線基地局より通知されており、それと信号探索エレメント601より与えられたオフセットを比較することにより、現在受信可能な無線基地局と、その伝搬遅延量を算出する。

【0041】制御プロセッサ507は受信する無線基地局のオフセットをPN符号発生器602に割り当てる。PN符号発生器602は制御プロセッサ507の命令信号に従い、適切なオフセットのPN符号を発生させて各復調エレメント603に供給する。一方で制御プロセッサ507は算出した伝搬遅延量を各復調エレメント603に供給する。各復調エレメント603は与えられた伝搬遅延量を元にタイミングを調整して供給されたオフセットのPN符号と入力信号の相関を連続的に取ることにより無線基地局からの送信信号を検出する。

【0042】第一シンボル合成器604は制御プロセッサ507からの命令信号に従い、各復調エレメント603から供給される各信号のうち同じ無線基地局から送信された全信号の最大比合成又は選択合成を行う。この動作により、バスダイバーシチ効果が得られ、受信精度が向上する。この処理は一般的にレイク合成と呼ばれる。又、制御プロセッサ507は無線基地局から送信されてきた制御信号により、各無線基地局からこの無線端末あてに送信されてくる部分チャネル数、及び各部分チャネルに対応する直交符号を常に認識している。第一シンボル合成器604は制御プロセッサ507の指示に従い、各無線基地局毎にまとめた信号を適切な相関器に対して出力する。無線基地局からの信号に複数の部分チャネルが含まれている場合は、含まれている部分チャネル数分の相関器に対して出力する。このように、第一シンボル合成器604は各復調エレメント603から供給された信号を各無線基地局毎にまとめることにより精度を向上させて、適切な相関器に対して出力する機能を有する。

【0043】直交符号発生器605は制御プロセッサ507の指示に従って適切な直交符号を適切なタイミングで発生させる。相関器において第一シンボル合成器604の出力と直交符号との相関をとることによって、各部分チャネルにノイズが加わったものを取り出すことが出来る。

【0044】第二シンボル合成器606は制御プロセッサ507の指示に従って、相関器から供給される信号を各部分

チャンネル毎に最大比合成又は選択合成を行う。複数の無線基地局から同時に供給された部分チャンネルを合成することにより、従来のソフトハンドオフと同様のセルダイバーシチ効果を得る。

【0045】第二シンボル合成器606は取り出した各部分チャンネルをマルチプレクサ607に出力する。マルチプレクサ607はデマルチプレクサ403と対応しており、適切に多重化することにより分割前の情報にノイズが加わったものを取り出すことが出来る。

【0046】3.3 基地局制御装置

図7は基地局制御装置209, 210の実施例をブロック図の形態で表したものである。

【0047】まず上り回線の処理について説明する。

【0048】複数の無線基地局より供給される各信号は無線基地局インタフェース701を介して集線・分配装置702に入力される。集線・分配装置702は制御プロセッサ705の指示に従い、適切なセクタエレメント703にルーティングする機能を有する。

【0049】セクタエレメント703は、現在通信している無線端末と1対1に対応する回路である。ソフトハンドオフを行っている場合、1つのセクタエレメントに対し複数の無線基地局から信号が供給される。この場合、セクタエレメント703は各無線基地局の信号に含まれている品質情報等を元に最も品質の良い信号を選択する。これにより、上り回線に対するセルダイバーシチ効果が得られる。次にセクタエレメント703は供給された信号を制御信号と送信情報を分離する。セクタエレメント703は制御情報の内容を解釈し、必要であれば交換機、無線基地局、及び無線端末に対して適切な制御信号を送信する。又、セクタエレメント703は送信情報に対しフレーム化処理を施した後、交換機インタフェース704に出力する。

【0050】交換機インタフェース704は各セクタエレメント703から供給された信号を集線し、交換機に出力する。制御プロセッサ705は呼設定の際のセクタエレメントの割り当て等の全体の制御を行う。

【0051】次に下り回線の処理について説明する。

【0052】交換機インタフェース704は交換機より供給される信号を適切なセクタエレメント703にルーティングする。セクタエレメント703は、交換機インタフェース704から供給された信号に無線基地局及び無線端末に対して送信する制御信号を加えた後、集線・分配装置702に供給する。ソフトハンドオフを行っている場合、セクタエレメント703は複数の無線基地局に対し、送信情報及び無線端末に対する制御信号は同一のものを送信する。同時に各無線基地局に対し、直交符号の割り当て及びスイッチのオン・オフを設定する制御信号を送信する。

【0053】集線・分配装置702は制御プロセッサ705の指示に従ってルーティングし、無線基地局インタフェー

ス701を介して適切な無線基地局に送信する。

【0054】4. 呼処理

図8から16を使用して、ハンドオフ時の呼処理の一実施例を説明する。以降、この実施例を実施例1と称する。実施例1では無線端末103がハンドオフ元無線基地局101のセルからハンドオフ先無線基地局102のセルへ移動する場合を考える。両無線基地局は同一の基地局制御装置210に属しているとする。又、実施例1では部分チャンネル数を2としている。

【0055】図8及び9は無線端末103、無線基地局101及び基地局制御装置210間で伝送される信号について記述している。図10及び11は図8及び図9で示される各状態における無線端末103と両無線基地局間の通信状態を示している。下り回線は無線基地局が無線端末に対して送信している場合、上り回線は無線基地局が無線端末の送信を受信している場合に図に矢印で示される。図12は無線端末103における両無線基地局パイロット信号の受信強度の変化を表している。

【0056】図13及び14は図8及び図9で示される各状態における両無線基地局送信系のうち、拡散器、スイッチ及び変調器の状態を示している。

【0057】図15及び16は図8及び図9で示される各状態における無線端末受信系逆拡散回路の状態を示している。簡単のため、復調エレメント数は2とする。又、制御プロセッサ及び信号探索エレメントは図示していない。なお、実施例1は、無線基地局1から無線基地局2に移動する場合を記述したため、第一部分チャンネルのハンドオフがおき、次に第二部分チャンネルのハンドオフがおきる、という構成となっているが、実際は第一部分チャンネルのハンドオフと、第二部分チャンネルのハンドオフは必ずしも連続して行わなくとも良い。すなわち、4.1節は「N局の無線基地局と交信している状態からN+1局の無線基地局と交信している状態」への遷移の実施例を示しており、4.2節は「N+1局の無線基地局と交信している状態からN局の無線基地局と交信している状態」への遷移の実施例を示している。この両実施例は全く別の事象で、例えば第一部分チャンネルのハンドオフ終了後に、もう一度第一部分チャンネルをハンドオフして無線基地局1とのみ交信している状態に戻ってもよい。すなわち、部分チャンネルのハンドオフは、それぞれが原則として独立の事象であってもよく、従属した事象であってもよい。

【0058】4.1 ハンドオフ状態への移行

まず、無線端末103が無線基地局101とのみ通信している状態から両無線基地局から部分チャンネルを一つずつ受信する状態にいたるまでの処理を図8、10、12、13及び15を用いて説明する。実施例1におけるハンドオフは、無線端末103において無線基地局102のパイロット信号受信強度がしきい値 Th_a を超した時点で開始される。

【0059】状態a)は実施例1の開始段階である。図10

に示されるように、この状態では無線端末103は無線基地局101のサービスエリア104に属し、無線基地局102のサービスエリア105に属していない。無線端末103は無線基地局101とのみ無線回線106から108を用いて通信している。前述したように、無線端末103は信号探索エレメント601において無線基地局101以外のパイロット信号の受信強度を定期的に測定している。実施例1の場合、制御プロセッサ507はパイロット受信強度をしきい値 Th_a と常に比較している。図12における時刻T0からT1の間、無線基地局102のパイロット信号の受信強度はしきい値 Th_a を下回っているため、ハンドオフは開始されていない。

【0060】図13に状態a)における無線基地局101の状態が示されている。この状態では、两部分チャネルをこの無線基地局101から送信している。两部分チャネルは相関器106及び107において、それぞれ直交符号OC11及びOC22が割り当てられており、スイッチ110及び111はオンになっている。两部分チャネルはPN符号拡散器116においてPN1で拡散後、RFユニットを経て送信される。

【0061】次に状態a)における無線端末103の状態について説明する。非ハンドオフ時は、制御プロセッサは全復調エレメントを一つの無線基地局からの信号及びそのマルチパス成分に割り当てる。各復調エレメントでタイミングが調整された信号を第一シンボル合成器において合成することにより、パスダイバーシチ効果を得る。その後、合成した信号を各部分チャネルに対応した直交符号相関器で逆拡散することにより各部分チャネルを取り出す。第二シンボル結合器は各部分チャネルとマルチプレクサの入力端を適切に対応づける。最後にマルチプレクサ67で多重化して元の信号に戻す。図15においては、両復調エレメントはPN符号PN1が割り当てられている。復調エレメント1501がメインパス信号に、復調エレメント1502がマルチパス信号に割り当てられている。両復調エレメントの出力は加算器1503で合成される。その出力はルーティング回路1504において直交符号相関器1505及び1506にルーティングされ、両直交符号相関器において直交符号OC11及びOC22で逆拡散されることにより部分チャネルが取り出される。第二シンボル結合器において、適切にルーティングされた信号はマルチプレクサ67において元の信号に戻る。

【0062】図12の時刻T1において無線基地局102のパイロット信号の受信強度がしきい値 Th_a を超えたとする。制御プロセッサ507は特定のオフセットのパイロット信号の受信強度がしきい値 Th_a を超えたことを検出すると、無線基地局101を介して基地局制御装置210に受信強度がしきい値を超えたパイロット信号のオフセットとその受信強度を通知する(801)。基地局制御装置210は無線端末103が検出したパイロット信号が無線基地局102のパイロット信号であることをそのオフセットから判断し、無線基地局102がこの基地局制御装置210に属してい

る旨及び無線基地局102の無線資源にハンドオフできる程の余裕が有ることを確認する(802)。基地局制御装置210はハンドオフ可能と判断すると無線基地局102との間にリンクを設定する(803)。

【0063】無線基地局102は、無線端末103の送信信号を基地局制御装置からの情報を元に探索し(804)、捕捉成功後基地局制御装置210に対して上り回線捕捉成功を通知する(805)。この段階で状態b)に移行する。図10に示されるように、状態b)は上り回線のみ両無線基地局に受信されている。基地局制御装置において両無線基地局から供給される信号を最大比合成又は選択合成することにより、上り回線はセルダイバーシチ状態となる。これ以降、上り回線に関してはハンドオフが終了するまでセルダイバーシチ状態を保つ。

【0064】基地局制御装置210は無線基地局102から上り回線捕捉成功を通知されると、無線基地局102に新たな直交符号を割り当て、同時にスイッチの設定を切り替えることによって、部分チャネル1の送信を開始するよう命令信号を送信する(806)。また、基地局制御装置210は、無線基地局101を介して無線端末103に無線基地局102に新たに割り当てた直交符号を送信し、無線基地局102が送信する部分チャネル1を受信するように指示する。

【0065】指示を受けた無線基地局102は部分チャネル1(1105)のみ送信を開始する(807)。これは、図13に示されるように、無線基地局102の直交符号拡散器108に基地局制御装置210から新たに供給された直交符号OC21を割り当て、同時に直交符号を割り当てた直交符号拡散器108の出力に対応するスイッチ112の設定のみオンに切り替えることにより実現される。この段階で状態c)に移行する。図10に示されるように、無線端末103に向けて信号1005の送信が開始される。また、指示を受けた無線端末103は無線基地局102が送信する部分チャネル1の受信を開始する。これは、現在レイク合成に利用している全復調エレメントのうち、もっとも受信強度が弱い復調エレメントに信号探索エレメントを用いて得た無線基地局102のオフセットを割り当て、同時にその復調エレメントの出力を無線基地局102に割り当てられた直交符号で逆拡散し、第二シンボル合成器において両無線基地局から送信されてきた部分チャネル1を合成した後、マルチプレクサで多重化することによって実現される。図15においては、無線基地局101のマルチパス信号に割り当てられていた復調エレメント1502を無線基地局102に割り当てる。それと同時に、使用していなかった直交符号相関器1507に直交符号OC21を割り当て、ルーティング回路1504は無線基地局101に割り当てられている復調エレメント1501の出力をOC11及びOC12が割り当てられている直交符号相関器1505及び1506に、無線基地局102に割り当てられている復調エレメント1502の出力をOC21が割り当てられている直交符号相関器1507にルーティングする。これにより、部分チャネル1が直交符号相関器1506及び1

507から、部分チャンネル2が直交符号相関器1505から取り出される。両無線基地局から送信されてきた部分チャンネル1は加算器1509で合成されることにより、セルダイバーシチ効果を高める。その後、ルーティング回路1510で適切にルーティングされた信号はマルチプレクサ1509において元の信号に戻る。この段階で状態d)に移行する。

【0066】無線端末103は無線基地局102に割り当てた直交符号相関器の出力電力を測定し、しきい値を超した時点で無線基地局102が送信する部分チャンネル1の捕捉に成功したと判断する(809)。判断後、無線端末103は無線基地局101が送信する部分チャンネル1の受信を停止する。図15においては、直交符号相関器1507の出力電力を測定し、その値がしきい値を超えた時点で、ルーティング回路1504は直交符号相関器1506への出力を停止し、同時にルーティング回路1510は現在無線基地局101が送信する部分チャンネル1に割り当てている相関器を解放することによって実現する。この段階で状態e)に移行する。

【0067】同時に無線端末103は両無線基地局を介して基地局制御装置に対してハンドオフ成功を通知する(810)。基地局制御装置はハンドオフ成功を受信すると、無線基地局101に対して部分チャンネル1に対応しているスイッチ110をオフにするよう指示する(811)。無線基地局101は指示通りスイッチ110をオフする。無線基地局101が部分チャンネル1に対して使用していた直交符号0C11は解放され、他の無線端末用に使用できる状態となる(812)。この段階で状態f)に移行する。

【0068】状態f)は、無線端末103は部分チャンネル1を無線基地局102から、部分チャンネル2を無線基地局101からのみ受信している状態である。この状態では、複数の無線基地局からの信号を同時に受信し、多重化後デインタリーブした列が復号器に入力される。前述したように、この列の受信電力は両無線基地局からの平均と考えられるため、この列を復号した信号のフレーム誤り確率は無線状況が悪い方の無線基地局から全信号を受信した場合と比較して低くなる。すなわち、セルダイバーシチ効果が確保されている。又、各部分チャンネルは両無線基地局のいずれか1つからのみ送信されているため、システム全体で見ると非ハンドオフ時と無線資源使用量と同一である。

【0069】4.2 ハンドオフ状態の終了

次に、両無線基地局から部分チャンネルを一つずつ受信する状態から無線端末103が無線基地局102とのみ通信している状態にいたるまでの処理を図9、11、12、14及び16を用いて説明する。図12において時刻T2は状態f)に移行した時刻を表している。実施例1におけるハンドオフ終了の契機は、無線基地局101のパイロット信号受信強度がしきい値 Th_b を下回ることである。図12における時刻T3において無線基地局101のパイロット信号強度がしきい値 Th_b を下回ったとする。ただし、フェージング等の理由による一時的な強度減少によってハンドオフが終了

してしまうことを防ぐため、時刻T3においてすぐにハンドオフ終了処理を開始せず、代わりにハンドオフ終了タイマをセットする。時刻T4においてタイマがタイムアウトするまでの間、無線基地局101のパイロット信号がしきい値 Th_b を一度も超さなかった場合、ハンドオフ終了処理を開始する。パイロット信号がしきい値 Th_b を超した場合、ハンドオフ終了タイマをクリアする。

【0070】ハンドオフ終了タイマのタイムアウト後、無線端末103が両無線基地局を介して基地局制御装置210に対し、無線基地局101のパイロット信号受信強度を通知する(901)。基地局制御装置210は、無線基地局102の無線資源にハンドオフできるほどの余裕が有ることを確認する。基地局制御装置210はハンドオフ可能と判断すると、無線基地局102に新たな直交符号を割り当て、同時にスイッチの設定を切り替えることによって、部分チャンネル2の送信を開始するよう指示する(902)。同時に、基地局制御装置210は、両無線基地局を介して無線端末103に無線基地局102に新たに割り当てた直交符号を送信し、無線基地局102が送信する部分チャンネル2を受信するように指示する。

【0071】指示を受けた無線基地局102は部分チャンネル2の送信を開始する(903)。これは、図14に示されるように、無線基地局2の直交符号拡散器109に基地局制御装置210から新たに供給された直交符号0C22を割り当て、同時に直交符号を割り当てた直交符号拡散器109の出力に対応するスイッチ113の設定もオンに切り替えることにより実現される。この段階で状態g)に移行する。図10に示されるように、無線端末103に向けて信号1006の送信が開始される(903)。また、指示を受けた無線端末103は無線基地局102が送信する部分チャンネル2の受信を開始する。これは、現在無線基地局102に割り当てられている復調エレメントの出力を無線基地局102に新たに割り当てられた直交符号で逆拡散し、第二シンボル合成器において両無線基地局から送信されてきた部分チャンネル2を合成した後、マルチプレクサで多重化することによって実現される。図16においては、復調エレメント1502を無線基地局102に割り当てる。それと同時に、使用していなかった直交符号相関器1506に直交符号0C22を割り当て、ルーティング回路1504は無線基地局101に割り当てられている復調エレメント1501の出力を0C11が割り当てられている直交符号相関器1505に、無線基地局102に割り当てられている復調エレメント1502の出力を0C22及び0C21が割り当てられている直交符号相関器1506及び1507にルーティングする。これにより、部分チャンネル1が直交符号相関器1507から、部分チャンネル2が直交符号相関器1505及び1506から取り出される。両無線基地局から送信されてきた部分チャンネル2は加算器1508で合成されることにより、セルダイバーシチ効果を高める。その後、ルーティング回路1510で適切にルーティングされた信号はマルチプレクサ607において元の信号に戻る。この段

階で状態h)に移行する。

【0072】無線端末103は新たに割り当てた直交符号相関器の出力電力を測定し、しきい値を超した時点で無線基地局102が送信する部分チャンネル2の捕捉に成功したと判断する(905)。判断後、無線端末103は無線基地局101の全送信信号の受信を停止する。すなわち、無線基地局101に割り当ててある復調エレメントを全て無線基地局102に割り当て、同時に第一シンボル合成器で全信号を合成し、その出力を各部分チャンネルに対応した直交符号相関器で逆拡散し、第二シンボル回路を適切にルーティングするように切り替える。図16においては、無線基地局101に割り当てられている復調エレメント1501を無線基地局102のマルチパス信号に割り当て、加算器1503で合成する。その出力はルーティング回路1504において直交符号相関器1506及び1507にルーティングされる。両直交符号相関器で取り出された両部分チャンネルは第二シンボル結合器において適切にルーティングされる。この段階で状態i)に移行する。

【0073】無線端末103は両無線基地局を介して基地局制御装置210に対してハンドオフ成功を通知する(906)。基地局制御装置210はハンドオフ成功を受信すると、無線基地局101にハンドオフ終了を指示し、その後無線基地局101とのリンクを切断する(907)。無線基地局101は無線端末103との通信を終了する(908)。すなわち、無線基地局101はスイッチ111をオフにした後、無線端末103に割り当てられていたチャンネルエレメントを解放する。無線基地局101が無線端末103に対して使用していた直交符号及びチャンネルエレメントは解放され、他の無線端末用に使用できる状態となる。この段階で状態j)に移行する。ここにおいて、無線端末103は無線基地局102とのみ通信している状態に移行したことになる。

【0074】5. 他の実施の形態

5.1 無線端末受信逆拡散回路の別構成

図6に示した逆拡散回路504はシンボル合成器が2つ存在し、第一シンボル合成器604でレイク合成を行うことによって、使用する直交符号相関器の数を必要最小限に抑える構成である。これとは逆に、使用する直交符号相関器数を冗長にして、シンボル合成器を1つとする構成も可能である。

【0075】図17はその一実施例である。この例では部分チャンネル数を2としている。信号探索エレメント601、復調エレメント603及びマルチプレクサ607の動作は図6のものと同一である。PN符号発生器1701は、復調エレメント603に対しそれぞれ直交符号を割り当てる。

【0076】復調エレメント603の各出力は部分チャンネル数と等しい数の直交符号相関器に入力される。直交符号相関器は各部分チャンネルに対応している。直交符号発生器1702は各部分チャンネルに対応するように直交符号を割り当てる。逆拡散して取り出された各部分チャンネルはシンボル合成器1703に入力される。

【0077】シンボル合成器1703は図6の第一シンボル合成器604及び第二シンボル合成器606の機能を兼ねている。すなわち、同じ無線基地局から送信されたメインパス信号とマルチパス信号の部分チャンネル単位での合成及び異なる無線基地局から送信された同じ部分チャンネル同士の合成を同時に行うことにより、パスダイバーシチ効果及びセルダイバーシチ効果を同時に得る。

【0078】図18は本構成の動作の一例であり、図15と対応している。直交符号相関器1803及び1804は部分チャンネル1用、直交符号相関器1805及び1806は部分チャンネル2用に固定されている。

【0079】状態a)～c)においては、両復調エレメントは無線基地局101からの信号に割り当てられている。直交符号相関器1803及び1804においてOC11で逆拡散することにより部分チャンネル1が取り出され、加算器1807において合成されることにより、パスダイバーシチ効果を得る。部分チャンネル2についても同様である。ルーティング回路1809は両部分チャンネルについて加算器からの出力を選択するように設定されている。

【0080】状態d)においては、復調エレメント1802が無線基地局102に割り当てられている。直交符号相関器1804においてOC21で逆拡散することにより、部分チャンネル1が取り出され、加算器1807で無線基地局101から送信された部分チャンネル1と合成することにより、セルダイバーシチ効果を高める。この場合、直交符号相関器1805は使用されず、ルーティング回路1809は部分チャンネル2を直交符号相関器1806から取り出すように切り替える。

【0081】状態e)、f)においては、直交符号相関器1503を不使用とし、ルーティング回路1809は部分チャンネル1を直交符号相関器1840から取り出すように切り替える。状態g)～j)についても同様の処理によって実現できる。

【0082】以上の図6及び図17の構成では、シンボル合成器は加算器による合成機能と、ルーティング回路によるルーティング機能という複数の機能を備えていたが、セルダイバーシチ用の加算器を省略した構成を考えることも可能である。

【0083】その一実施例を図19に示す。これは図15の第二シンボル合成器から加算器を省略したものである。状態a)～c)、及びe)、f)の構成は図15と全く同一のものとなる。

【0084】状態d)においては、ルーティング回路1903は部分チャンネル1として直交符号相関器1901の出力のみをルーティングする。直交符号相関器1902の出力は受信電力測定のためだけに使用される。直交符号相関器1902の出力電力がしきい値を超えた場合、無線基地局102から送信されている部分チャンネル1の受信に成功したと判断し、ルーティング回路1903は部分チャンネル1として直交符号1902の出力のみをルーティングする様切り替える。

【0085】5.2 呼処理の別構成

実施例1における呼処理は、ハンドオフ開始条件として現在通信していない無線基地局のパイロット信号受信強度がしきい値を超える事、ハンドオフ終了条件として現在通信している無線基地局のパイロット信号受信強度が一定期間しきい値を下回る事を採用していた。

【0086】ハンドオフ開始／終了条件には他の条件を採用することが出来る。例えば、ハンドオフ開始条件を現在通信している無線基地局のパイロット信号受信強度が一定期間しきい値を下回ることとし、ハンドオフ終了条件は設けず、部分チャンネル1のハンドオフ終了後、直ちに部分チャンネル2のハンドオフを開始するという構成が考えられる。

【0087】他の例として、ハンドオフ開始条件を基地局制御装置で判断するという構成も考えられる。たとえば、無線端末から定期的に送信されてくるフレームエラーレートから基地局制御装置が判断して開始するという構成が考えられる。

【0088】5.3 ダイバーシチ受信

実施例1においては、複数の無線基地局から送信された部分チャンネル単位の合成は、ハンドオフ先無線基地局から送信された部分チャンネルの捕捉を確認するまでの間に限っていた。

【0089】一部の部分チャンネルはハンドオフ先無線基地局から送信された部分チャンネルの捕捉後もハンドオフ元無線基地局から送信しつづけ、無線端末ではその部分チャンネルの合成を続けるという構成も考えられる。この場合、無線資源数は非ハンドオフ時に比べて増加する(従来方式と比較すれば少ない)が、セルダイバーシチ効果は高まり、従来方式のセルダイバーシチ効果に近づく。

【0090】実施例1に適用した場合、基地局制御装置は図8においてハンドオフ成功通知受信後に送信停止指示を送信しない。部分チャンネル1の送信停止は部分チャンネル2と同じく、リンク切断の段階で行われる。これは無線基地局101においては、図13及び14のスイッチ110が状態1)までオンになっていることと等しい。無線基地局102に対する処理に変更はない。無線端末103においては図15の直交符号相関器1506は状態g)まで直交符号0C11が割り当てられ、ルーティング回路1510は部分チャンネル1を加算器1509からルーティングしており、部分チャンネル2に関するハンドオフ指示を受信した時点で直交符号相関器1506を0C22に切り替えることにより実現する。

【0091】5.4 部分チャンネル数の変化

実施例1においては、非ハンドオフ時も常に複数の部分チャンネルに分割して送信していた。非ハンドオフ時は従来方式のように1チャンネルで送信し、ハンドオフを開始する際に複数の部分チャンネルで送信する方式に移行し、ハンドオフ終了後1チャンネルで送信する形に戻るという構成も考えられる。

【0092】まず、ハンドオフ開始の際に、1チャンネル送信方式から部分チャンネル送信方式に移行する処理の一例を示す。基地局制御装置がハンドオフの実施を決定し、無線基地局102から無線端末103の上り回線捕捉成功を通知された際、基地局制御装置は無線基地局102に送信開始指示を送る前に無線基地局101及び無線端末103に対し部分チャンネル用の直交符号を全部分チャンネル分与えることにより、送信チャンネル分割を指示する。無線基地局101は新たに与えられた部分チャンネル用の直交符号を使用して、部分チャンネル送信を開始する。この時点では、1チャンネル送信も同時に行っている。

【0093】無線端末103は使用していない直交符号相関器を使用して部分チャンネルも受信し、部分チャンネルの受信強度を計測する。この時点では、1チャンネル受信も行っており、無線基地局101から送信された情報は1チャンネル受信で取得した情報を復号して得ている。部分チャンネル受信強度がしきい値を超した場合、無線端末103は次のフレーム境界から部分チャンネル受信から取得した情報の復号を開始し、1チャンネル受信を終了する。同時に、部分チャンネル受信成功通知を無線基地局101を介して基地局制御装置に通知する。

【0094】通知を受信した基地局制御装置は無線基地局102に送信開始指示を送る。以降は実施例1と同様に処理する。ハンドオフ終了の際、部分チャンネル送信から1チャンネル送信に切り替える方法についても、同様の処理で行われる。

【0095】5.5 無線端末における部分チャンネル受信判断基準

実施例1では、無線端末103が部分チャンネル受信成功と判断する基準は、部分チャンネル受信信号強度がしきい値を超えることとしていた。この判断基準には別構成が考えられる。例えば、無線端末103が部分チャンネル受信を開始してから経過時間を判断基準とする構成が考えられる。又、無線基地局102から送信する信号に試験信号を挿入しておき、無線端末103は試験信号の検出成功を判断基準とする構成も考えられる。

【0096】6. 無線資源量の概念

次に、本実施例における無線基地局が使用する無線資源量について図20及び21を用いて説明する。

【0097】まず、図20を用いて直交符号の概念及びその生成方法について説明する。本実施例では層化直交符号を使用する。デジタル信号における相関値は一般的には「(一致するビット数 - 一致しないビット数) / 全ビット数」で定義される。例えば、ビット列01101100とビット列10110110の相関値は3, 6, 8ビット目が一致し、1, 2, 4, 5, 7ビット目が不一致であるため $(3 - 5) / 8 = -1/4$ となる。デジタル信号における直交とは相関値が0であることを表す。例えば、ビット列01101100とビット列00000101は4ビット一致、4ビット不一致であるため直交している。

【0098】層化直交符号は再帰的に長さ 2^n の直交符号を 2^n 個生成する手法及び生成された符号のことをいう。最初にLevel 0として1ビットの値を用意する。図20では0としている。以降、Level n のビット列1つから、Level $n+1$ のビット列を2つ生成するという作業を再帰的に繰り返すことにより、直交符号を再帰的に生成する。これは、図20の2001に示すように、Level n のビット列 a から、 a を2回反復したビット列 aa と、 a と a を反転したものを接続したビット列 aa^* を生成することによって実現される。

【0099】次に図21を用いて無線資源量の概念及びこの実施例で使用する無線資源量について説明する。一般的に、直接拡散CDMA方式における直交符号による拡散とは、情報ビットが0ならば直交符号をそのまま出力し、情報ビットが1ならば直交符号を反転したものを出力するという手法で行われる。例として図21の(a)の場合を考えよう。この例は、情報ビット列1010を直交符号01で拡散する場合を表している。情報ビット列の1ビット目は1であるから、拡散器2101は直交符号01の反転である10を出力する。情報ビット列の2ビット目は0であるから、拡散器2101は直交符号01をそのまま出力する。以下、これを繰り返すことにより、出力ビット列1001 1001を得る。出力ビットレートは入力ビットレートの直交符号長倍となる。受信の際には、この出力ビット列を直交符号長で区切り、区切ったものと直交符号01との相関を順次計算し相関値が-1なら1、1なら0とすることにより元の情報ビット列1010を取り出すことが出来る。

【0100】ここで、直交符号で拡散されたビット列は同Levelの他の直交符号で拡散されたビット列だけでなく、直交符号生成ツリーにおいて先祖又は子孫にあたる直交符号以外の他の全直交符号で拡散された列とも直交することに注意しよう。例えば、直交符号01で拡散されたビット列10011001と、直交符号00及び00から生成された直交符号0000, 0011, 0000000, ...との相関を計算すると、相関値は全て0となる。

【0101】すなわち、直交符号拡散器の出力ビットレートが同じであれば、異なるビット長の直交符号を使用して異なる入力ビットレートの情報を送信することが可能である。例えば、現在使用している直交符号の半分の長さの直交符号を使用することにより、通信速度を倍にすることができる。

【0102】前述したように、直交符号数は有限である。長さ n の直交符号は n 個存在する。又、ある直交符号 a を使用している間、その子孫に当たる直交符号は直交符号 a と直交しないため使用できない。以上を考え合わせると、1無線基地局あたりの無線資源量は有限であり、長さ n の直交符号を使用することは、1無線基地局あたりの無線資源量の $1/n$ を使用していると考えられる。

【0103】次に本実施例の方法が非ハンドオフ時に使用する無線資源量が従来方法と等しいことを図21を用

いて示す。図21の(a)は従来方法の一例である。この例では2ビットの直交符号01を用いているため、無線資源量の $1/2$ を使用している。出力信号は2102のように表される。

【0104】図21の(b)は本実施例の方法の一例である。まず、入力ビット列1010はマルチプレクサ2103によって2つのビット列11及び00に分割される。ここで出力ビットレートは入力ビットレートの半分となっていることに注意しよう。よって、拡散器2104及び2105は4ビットの直交符号0101及び0110を使用する。拡散器2104及び2105の出力は加算器2106で0を-1、1を1として算術加算される。その出力は2107のようになる。使用した無線資源量は、ビット長4の直交符号を2つ使用したため、無線資源量の $2 \times 1/4 = 1/2$ を使用している。

【0105】2102及び2107は信号の形は異なるが、直交符号00と直交し、同じビットレートをもち、同じ情報を伝送する信号である。又、使用した無線資源量も同一である。本実施例では部分チャネル数を2としているが、部分チャネル数をより大きく、 2^n とした場合は、使用する直交符号長を 2^n とすることにより、使用する無線資源量は同一となる。以上により、本実施例が非ハンドオフ時に使用する無線資源量が従来方法と等しいことを示した。

【0106】さらに、本実施例においては、ハンドオフ時に使用する無線資源量と非ハンドオフ時に使用する無線資源量はシステム全体で見れば等しい。なぜならば、基地局制御装置は各部分チャネルがいずれか一つの無線基地局からのみ送信されるように制御するためである。

【0107】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、無線基地局の無線資源数使用量がチャネル切替え時に変化せず、かつ瞬断が存在しないハンドオフが実現できる。これにより従来のソフトハンドオフに比べ無線基地局の無線資源及び送信電力を節約でき、システム全体の加入者容量を増加させることが可能となる。特に本発明を無線資源及び送信電力を大量に使用する高速データ通信に適用した場合、この効果は顕著なものとなる。

【0108】又、従来のCDMA方式無線通信システムに容易に適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の無線基地局及び無線端末を示す図である。

【図2】本発明のCDMAシステム全体を示す図である。

【図3】本発明の無線基地局送信系のブロック図である。

【図4】本発明の無線基地局送信系チャネルエレメントのブロック図である。

【図5】本発明の無線端末受信系のブロック図である。

【図6】本発明の無線端末受信系逆拡散回路のブロック図である。

【図7】本発明の基地局制御装置のブロック図である。

【図8】本発明の呼処理の一例を示す図である。

【図9】本発明の呼処理の一例を示す図である。

【図10】本発明の実施例におけるハンドオフを説明する図である。

【図11】本発明の実施例におけるハンドオフを説明する図である。

【図12】本発明の実施例におけるパイロット信号受信電力を説明する図である。

【図13】本発明の実施例における無線基地局チャンネルエレメントの変化を説明する図である。

【図14】本発明の実施例における無線基地局チャンネルエレメントの変化を説明する図である。

【図15】本発明の実施例における無線端末逆拡散回路変化を説明する図である。

【図16】本発明の実施例における無線端末逆拡散回路変化を説明する図である。

【図17】本発明の第2の実施形態の無線端末受信系逆拡散回路のブロック図である。

【図18】本発明の第2の実施形態の無線端末逆拡散回路変化を説明する図である。

【図19】本発明の第三の実施形態の無線端末逆拡散回路変化を説明する図である。

【図20】本発明の層化直交符号を説明する図である。

【図21】本発明の直交符号による拡散の一実施例を示す図である。

【図22】本発明の他の無線基地局送信系チャンネルエレメントのブロック図である。

【符号の説明】

101, 102…無線基地局、

103 …無線端末、

104, 105…デマルチプレクサ、

106～109…PN符号拡散器、

110～113…スイッチ、

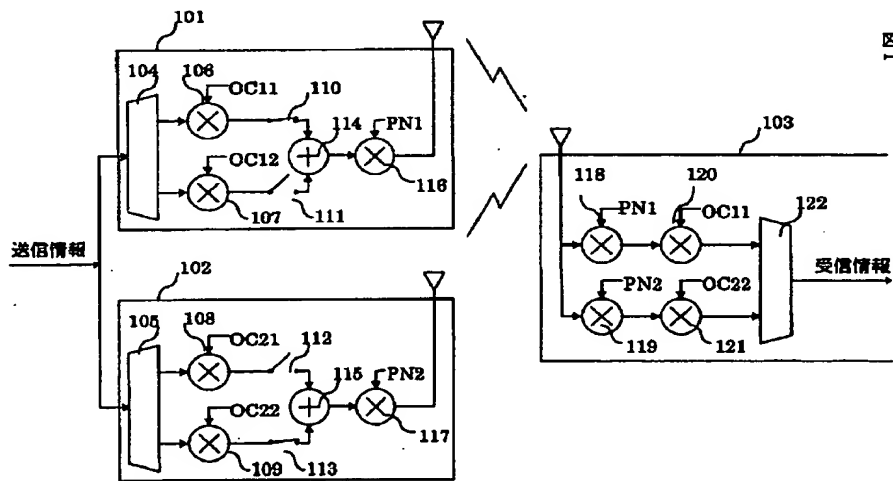
114, 115…加算器、

116, 117…直交符号拡散器、

118～121…相関器、

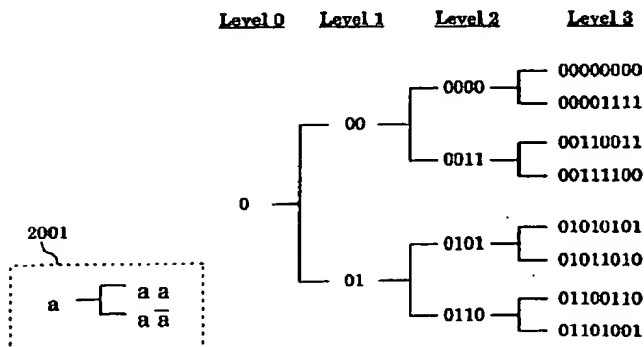
122 …マルチプレクサ。

【図1】



【図20】

図20



【図2】

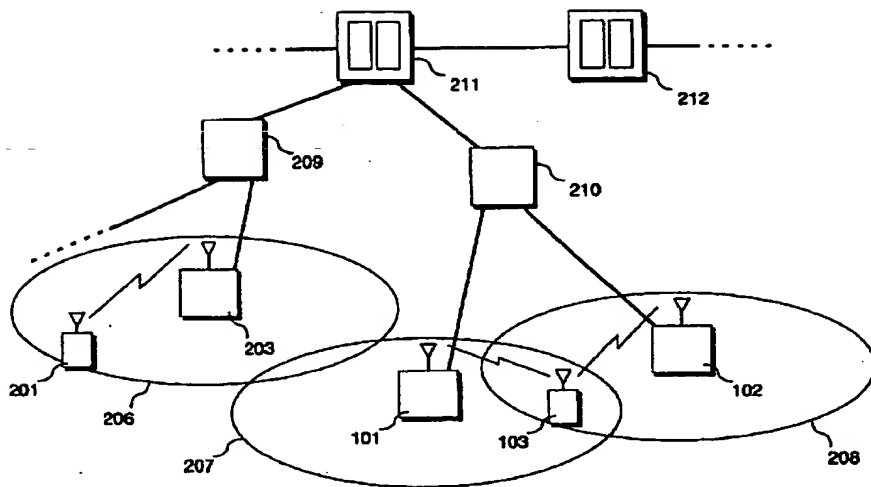


図2

【図3】

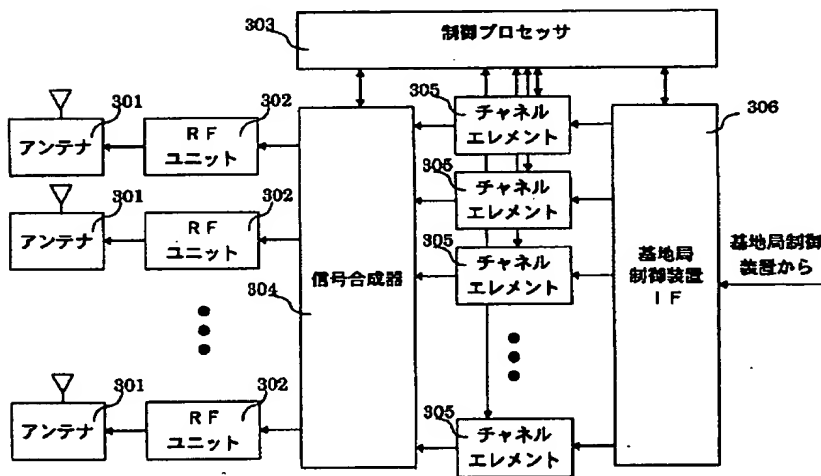


図3

【図6】

【図17】

図6

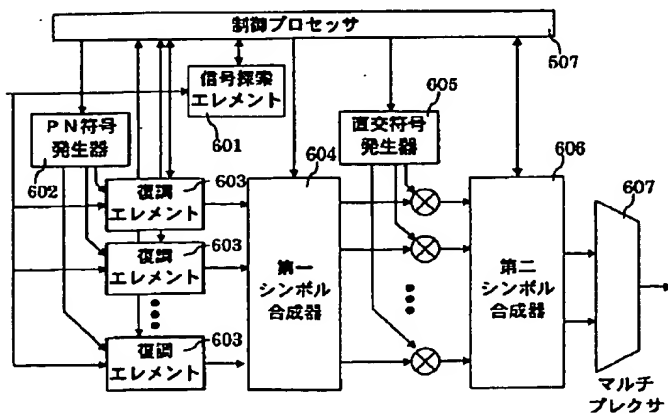
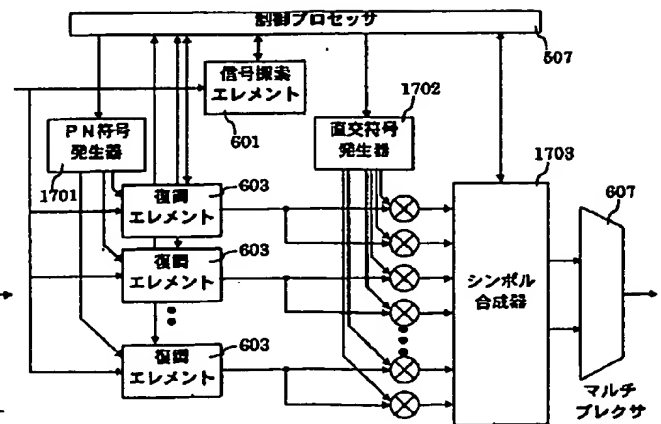
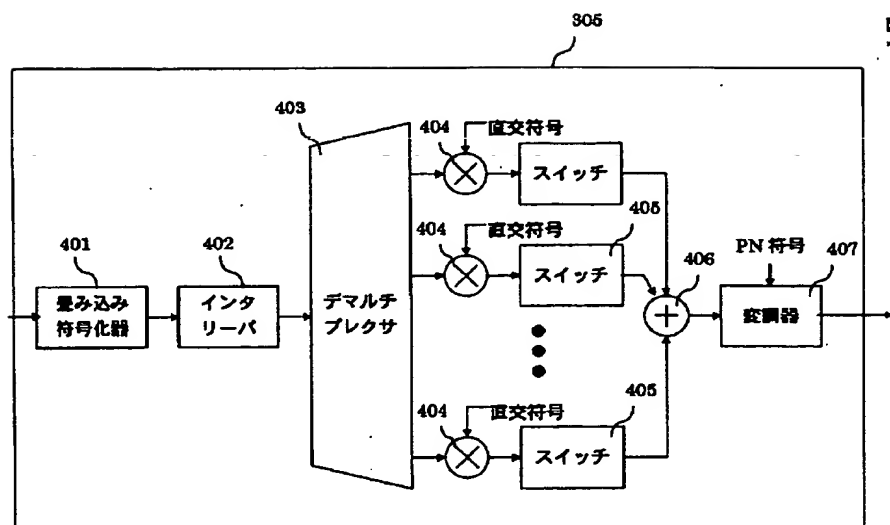


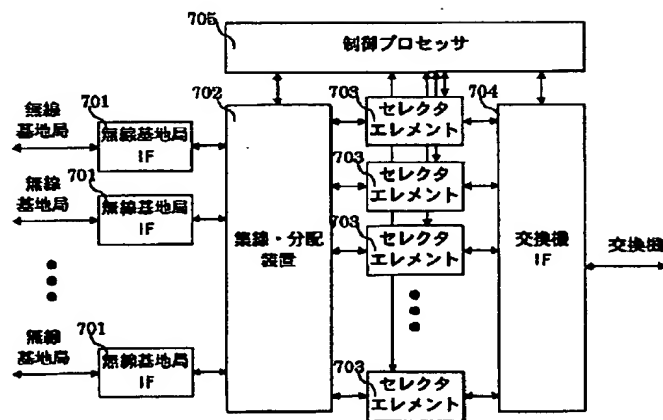
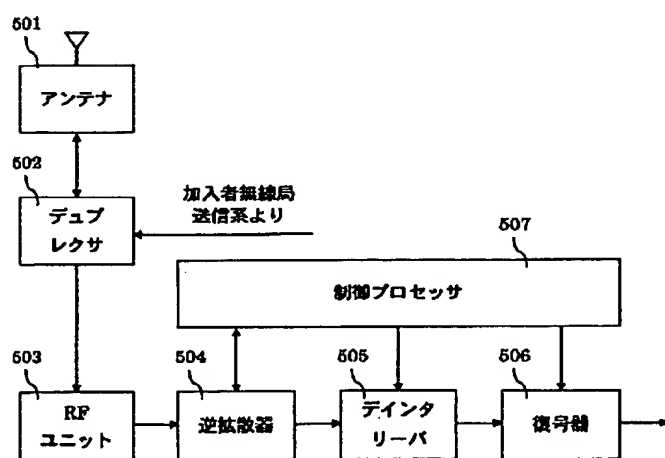
図17





【图 7】

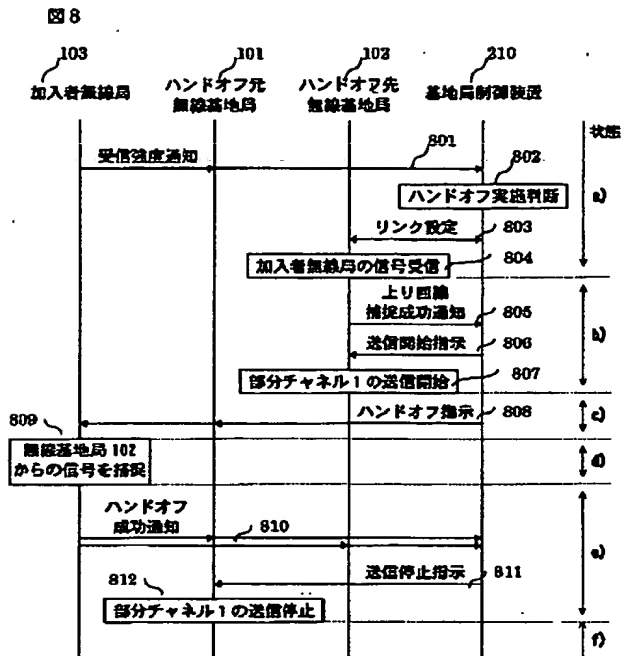
Figure 7



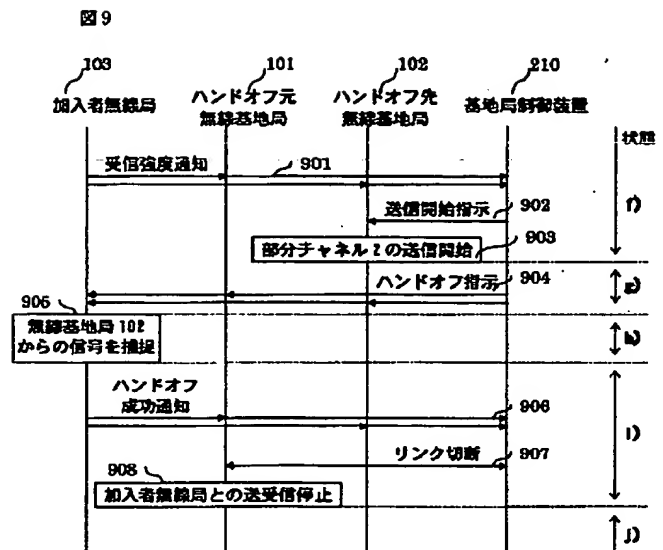
【图 2 1】

Figure 1 illustrates a 2-bit multiplier circuit. Part (a) shows a single-bit multiplier where the input 1010 is multiplied by 01 to produce the output 1001 1001. Part (b) shows a 2-bit multiplier where the input 1010 is multiplied by 11. This is achieved by using two single-bit multipliers (2104 and 2105) and an adder (2106). The first multiplier (2104) takes 1010 and 0101 as inputs, and the second multiplier (2105) takes 1010 and 0110 as inputs. The outputs of these two multipliers are then added together in the adder (2106) to produce the final product 1010 1010. Waveforms 2102 and 2107 show the timing of the operations.

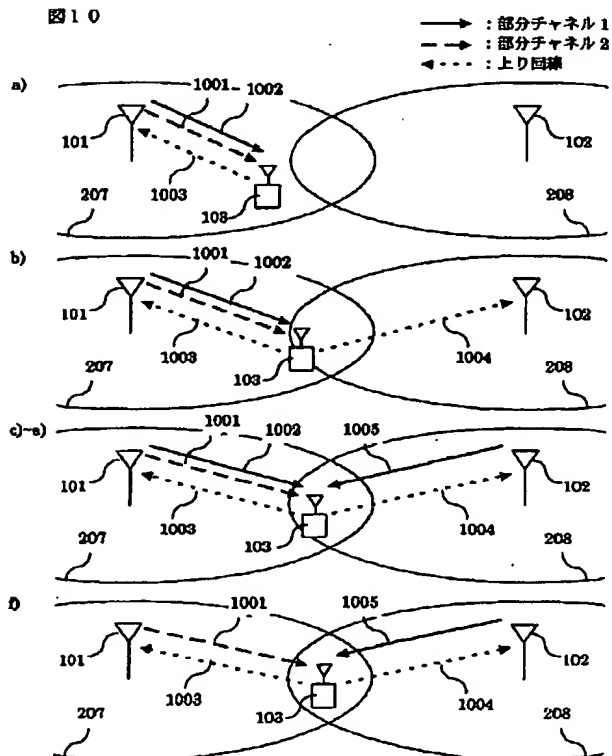
【図 8】



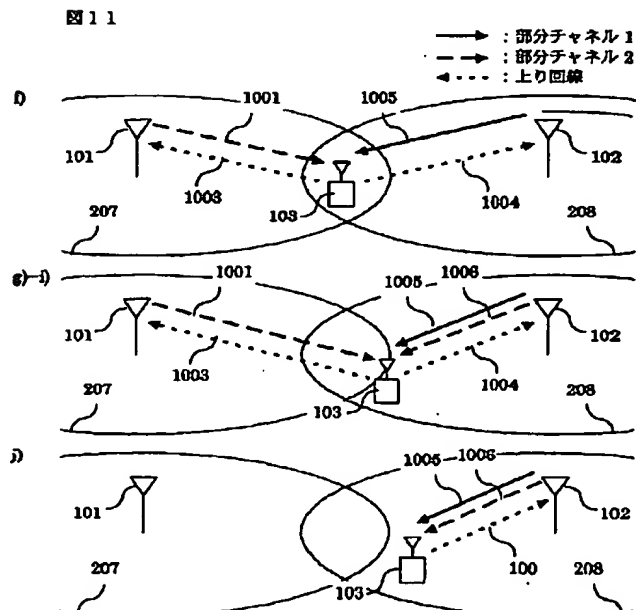
【図 9】



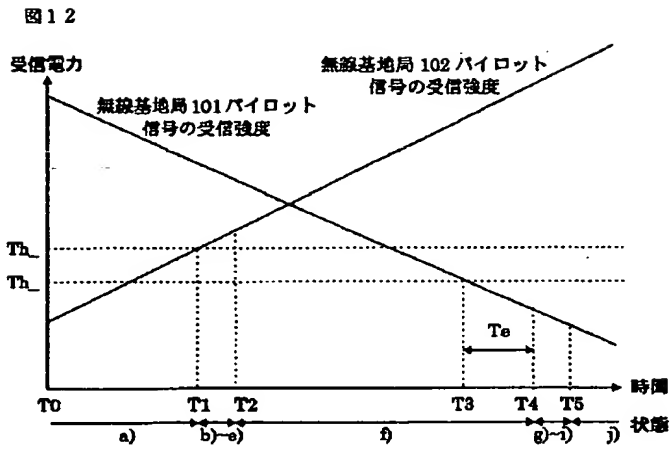
【図 10】



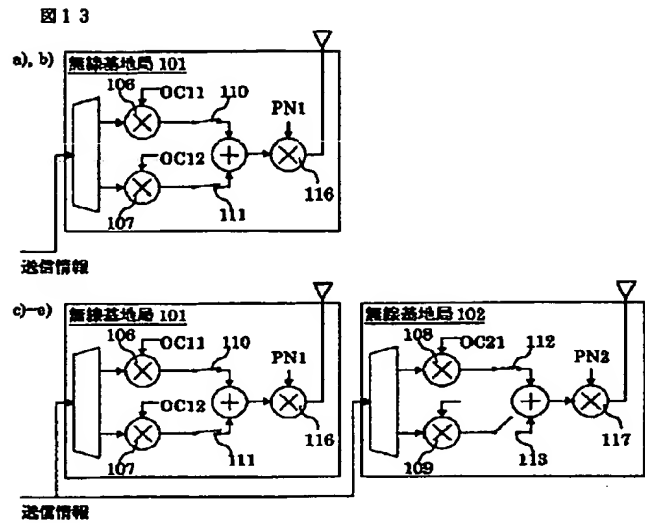
【図 11】



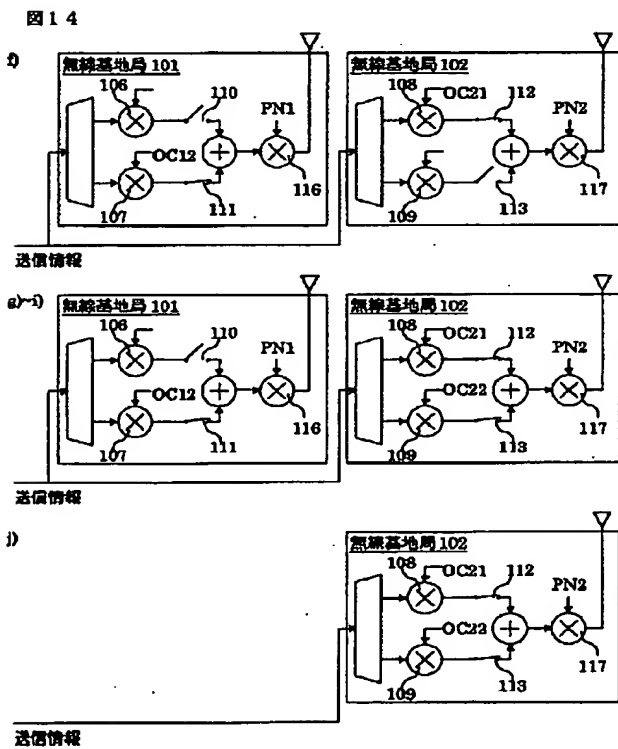
【図 12】



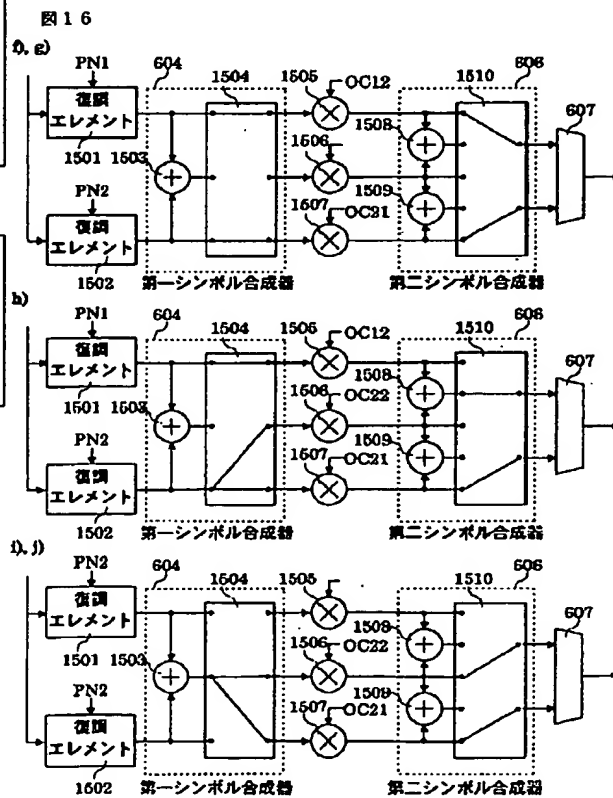
【図 13】



【図 14】

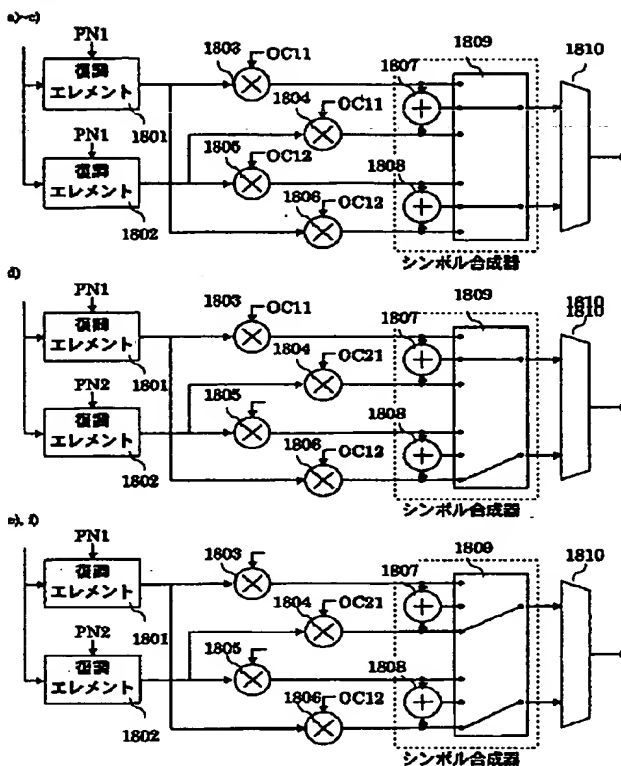


【図 16】

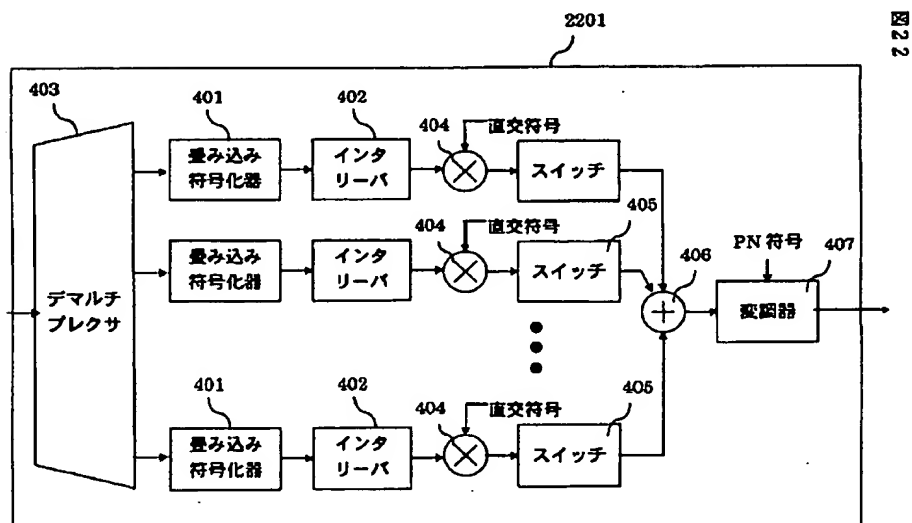


【图 18】

图 18



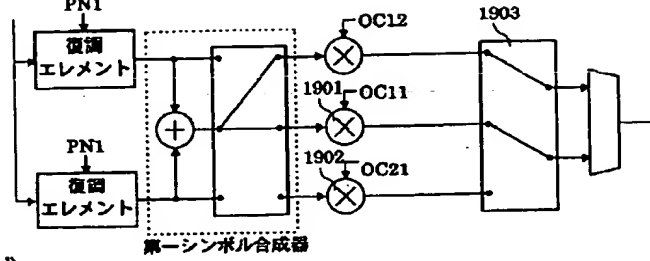
【图 2 2】



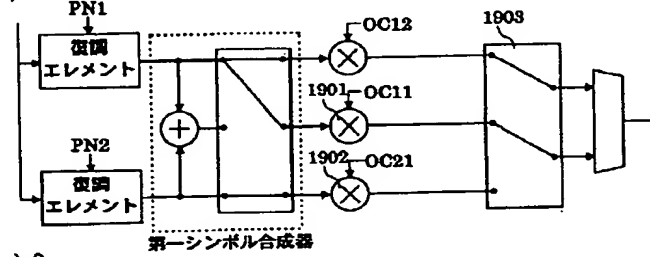
【図 19】

図 19

a)~c)



d)



e), f)

